

Trafikkteknisk Seminar 3.-4.juni 2025

Grunnleggende begreper og sammenhenger

Torbjørn Haugen

Ass Prof

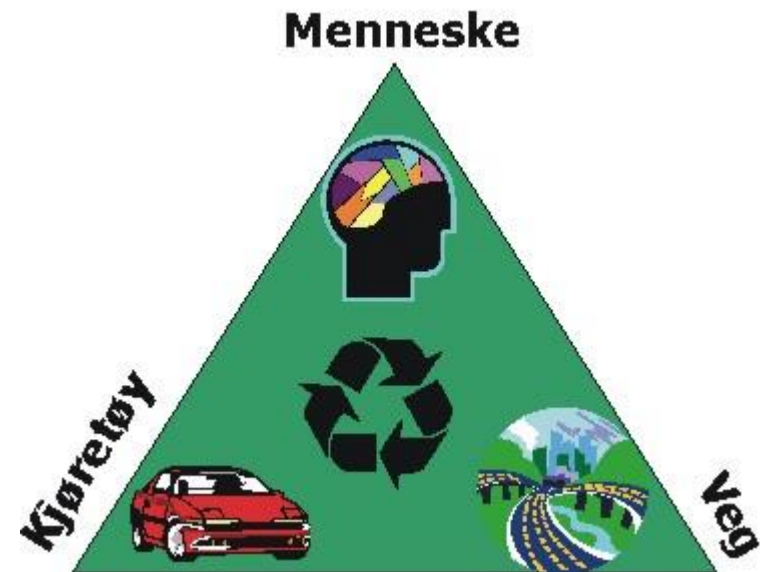
Trafikkteknisk senter

NTNU Veg, jernbane og transport



Modellere og forstå trafikkanalyser

- I trafikken er det et samspill mellom
 - kjøretøy
 - veg
 - mennesket
- Hvert enkelt kjøretøy styres av en fører som gjør egne valg
- Det er særlig føreren som gjør det komplisert å lage en realistisk modell for trafikkavvikling



Trafikkvolum (q)

- Trafikkvolum (q) defineres som antall kjøretøy pr tidsenhet
- Trafikkbelastning og trafikkmengde benyttes også
- $q = n / T$ (der n er antall kjøretøy og T er tida)
- Vanlig benevning er kjt/time, men en kan selvfølgelig også bruke andre enheter
- Ved korte tidsintervaller bruker vi ofte begrepet trafikkintensitet i stedet for trafikkvolum

Personbilenheter

- Andel tunge kjøretøy beregnes i prosent av totaltrafikken
- I Norge bruker vi normalt en lengdeklassifisering - dvs at tunge kjøretøy i praksis er lange kjøretøy
- I noen tilfeller benyttes personbilenheter (pbe) i stedet for antall kjøretøy:

1 personbil = 1.0 pbe

1 MC = 0.5 pbe

1 buss = 2.0 pbe

1 lastebil = 2.5 pbe

1 vogntog = 3.0 pbe

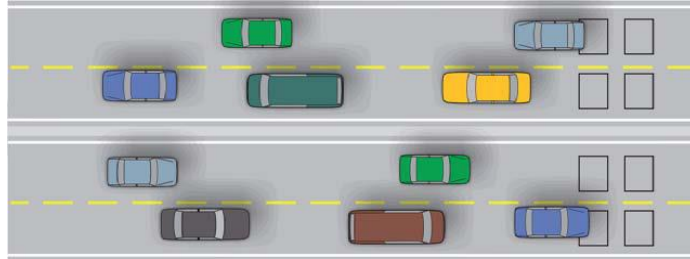
Årsdøgntrafikk (ÅDT)

- Årsdøgntrafikk (ÅDT) er gjennomsnittlig døgntrafikk over året
- $\text{ÅDT} = \text{total trafikk i ett år} / 365$

Andre begrep:

- SDT - sommerdøgntrafikk (juni, juli og august)
- YDT - yrkesdøgntrafikk (man-fre)
- HDT - helgedøgntrafikk (lør-søn)
- Det er stor variasjon i døgntrafikken (DT) fra dogn til dogn
- På et dogn kan vi i enkelte tilfelle ha en døgntrafikk som er mange ganger større enn ÅDT

Induktive sløyfer



- ✓ Volum
- ✓ Hastighet
- ✓ Lengde
- ✓ Klassifisering
- ✓ Tidsluker (Headway)
- ✓ Luker (Gap)
- ✓ Detektorbelegg (Occupancy)

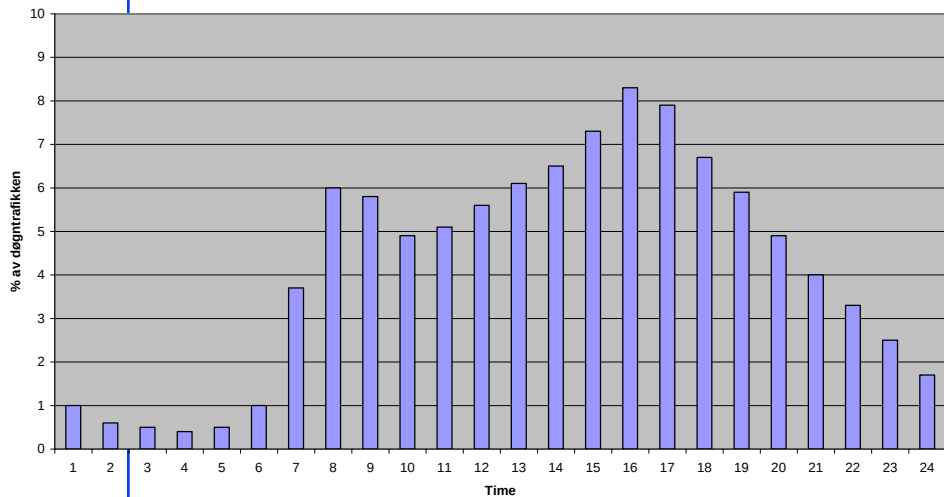
ÅDT - Faktorkurvemetoden

Inndeling i ulike vegtyper - V714 Veileder i Trafikkdata

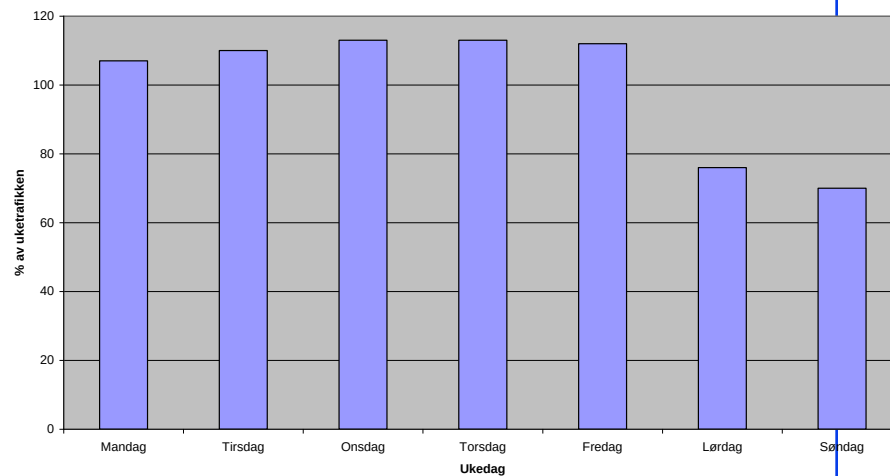
- M1 By-/boliggate (Samleveg med arbeidsreiser)
- M2 Hovedveg i bystrøk med arbeidsreiser og gjennomgangstrafikk
- M3 Hovedveg med innslag av sesongbetont fjerntrafikk
- M4 Hovedveg i tettbygd strøk med stor helgedøgntrafikk
- M5 Hovedveg utenfor tettbygd strøk
- M6 Transportårer med stor sommertrafikk
- M7 Turistrute med høy sommerdøgntrafikk

Variasjonskurver (M1)

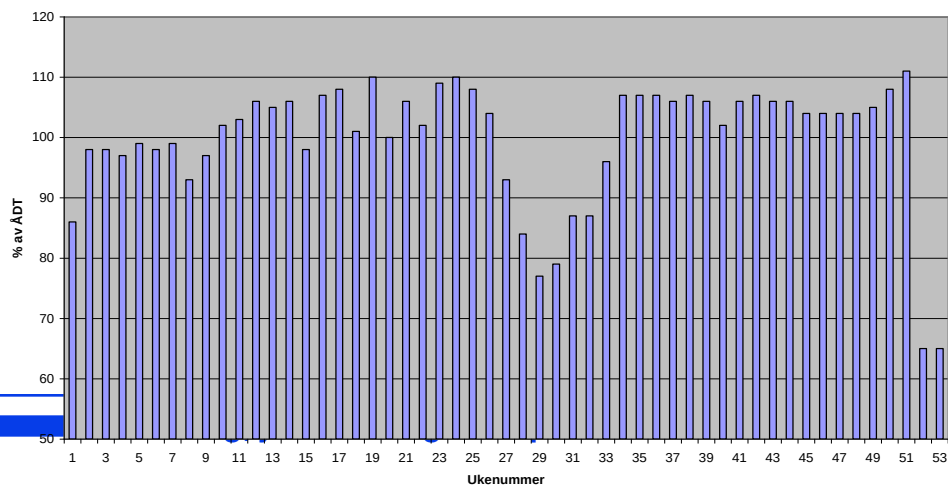
Døgnvariasjon
M1 By-/boliggate (samleveg med arbeidsreiser)



Ukevariasjon
M1 By-/boliggate (samleveg med arbeidsreiser)



Årsvariasjonskurve
M1 By-/boliggate (samleveg med arbeidsreiser)



Formel for ÅDT og trafikkvariasjon

$$\text{ÅDT} = \frac{\text{Trafikkvolum } (q)}{\text{Korreksjon sfaktor } k = d \cdot u \cdot \text{å}}$$

- k = korreksjonsfaktor
- d = døgnvariasjonsfaktor
Forholdet mellom trafikkvolumet i en periode (f.eks en time) og døgntrafikken (DT)
- u = ukevariasjonsfaktor
Forholdet mellom trafikkvolumet denne ukedagen og ukedøgntrafikken (UDT)
- å = årsvariasjonsfaktor
Forholdet mellom ukedøgntrafikken (UDT) og årsdøgntrafikken (ÅDT)

ÅDT - Usikkerhet

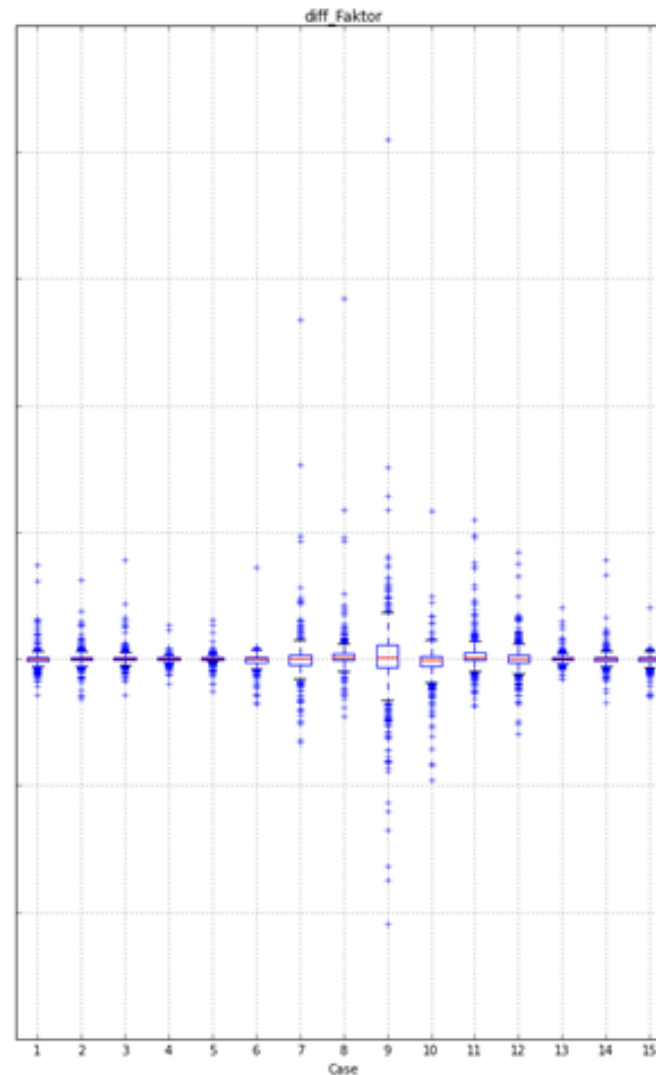
$$U_r(faktor) = \sqrt{(u_r DT(T))^2 + (u_r UDT(DT))^2 + (u_r \dot{A}DT(UDT))^2}$$

Hvor:

- $u_r DT(T)$: usikkerhet ved beregning døgntrafikk fra timetrafikk for faktorkurve i
- $u_r UDT(DT)$: usikkerhet ved beregning ukedøgntrafikk fra døgntrafikk for faktorkurve i
- $u_r \dot{A}DT(UDT)$: usikkerhet ved beregning av ÅDT fra ukedøgntrafikk for faktorkurve i

ÅDT - Estimering

1. 1 uke
2. 2 uker
3. 3 uker
4. 1+1+1+1 uker (1 uke i hvert kvartal)
5. 1+1+1+1+(1) uker, ekstra uke ved høy sdt (1 uke i hvert kvartal + 1 uke i juli)
6. 4 uker i starten av året
7. 2+2 timer (0700-0900 og 1500-1700)
8. 2+2+2 timer (0700-0900, 1100-1300 og 1500-1700)
9. 1 time (Makstime)
10. 6 timer (Start kl 0700 eller kl 1500)
11. 1 døgn
12. 1 døgn i januar
13. 2+2 uker
14. 1 måned (30 dager etter hverandre)
15. 8 uker i starten av året

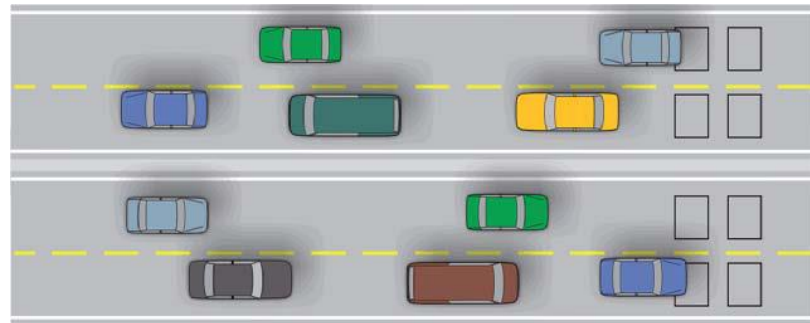


Punkthastighet

- Punkthastighet måles i et punkt eller over en kort strekning
- Kan for eksempel registreres ved hjelp av induktive sløyfer i vegbanen eller en radar
- Gjennomsnittlig punkthastighet kan berignes ved å summere alle hastighetene og dele på antallet

$$\bar{u}_p = \frac{u_{p1} + u_{p2} + \dots + u_{pn}}{n}$$

$$\bar{u}_p = \frac{\sum u_{pi}}{n}$$



Strekningshastighet

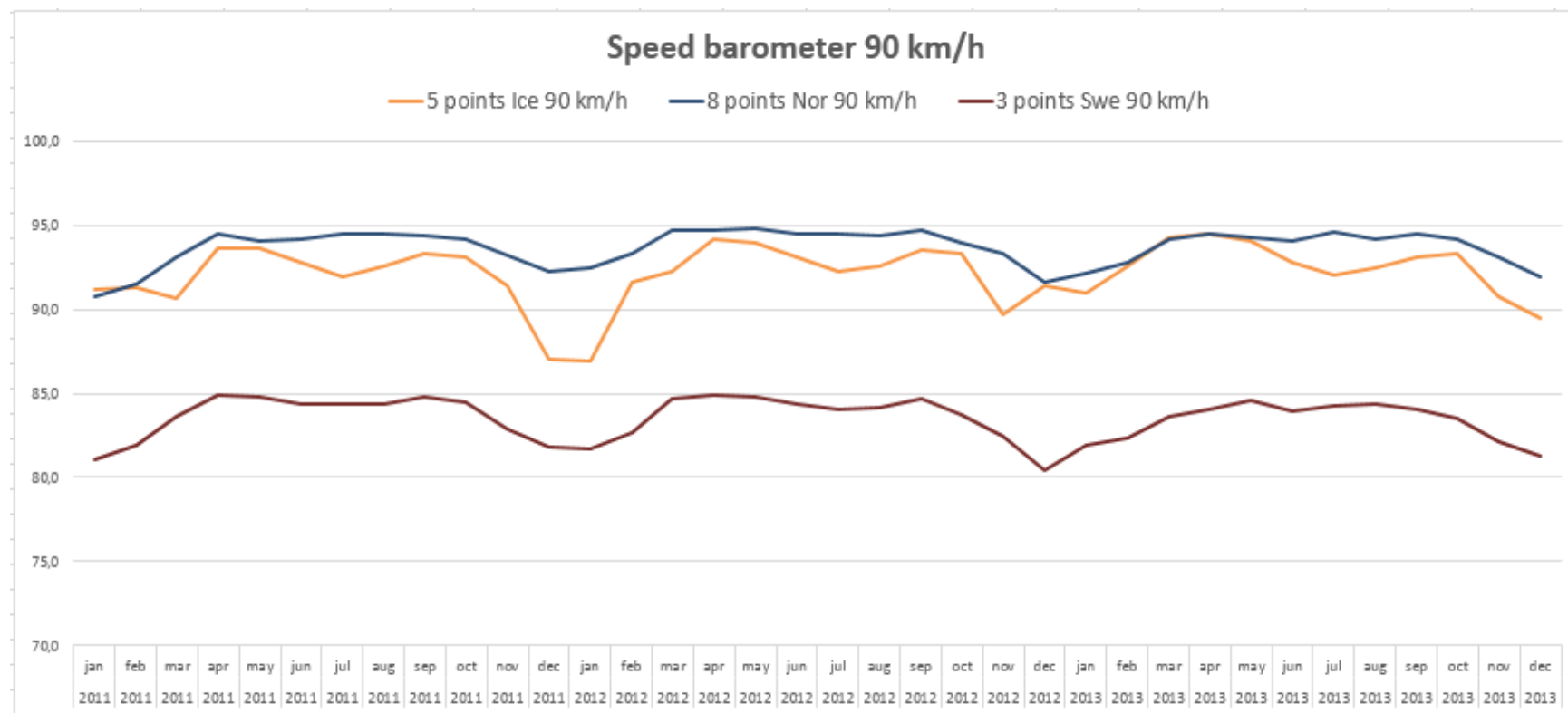
- Strekningshastighet måles over en noe lengre strekning
- Gjennomsnittlig strekningshastighet beregnes ikke på samme måte som gjennomsnittlig punktkastighet
- Alternativ 1: Gjennomsnittlig tidsforbruk

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n} = \frac{1}{n} \sum t_i \qquad \bar{u}_s = \frac{d}{\bar{t}}$$

- Alternativ 2: Harmonisk gjennomsnitt

$$\bar{u}_s = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum \frac{1}{u_{si}}}$$

Nordisk Indeks - Hastighetsbarometer



Gjennomsnittshastighet / Hastighetsindeks

Road	Length of the road	Number of cars	Total vehicle mileage	Average speed km/h	Total Travel time
A	35 km	100	3500	70	50 h
B	10 km	200	2000	80	25 h

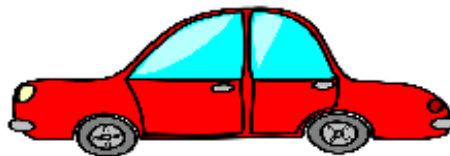
Weighting factor	Mean value
I. Road	75
II. Number of cars	77
III. Total vehicle mileage	74
IV. Total Travel time	73

Tolkning:

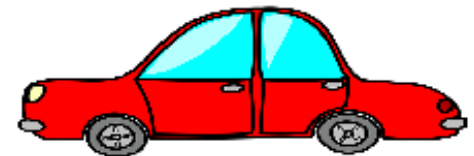
1. På en gjennomsnittlig veg kjører bilene med en gjennomsnittshastighet på 75 km/t
2. En gjennomsnittlig bil kjører med en hastighet på 77 km/t på vårt vegnett
3. En gjennomsnittlig kilometer på vårt vegnett er kjørt med en hastighet på 74 km/t
4. En gjennomsnittlig time kjørt på vårt vegnett er kjørt med en hastighet på 73 km/t

Tidsluker - Time headway

- Tidsluker er et mål i tid for avstanden mellom kjøretøy (i sekunder)
- Gjennomsnittlig tidsluke er omvendt proporsjonal med volumet:
- $h = 3600/q$ og $q = 3600/h$ (1 time = $60 \cdot 60 = 3600$ sekunder)
- Eksempel: $q = 600$ kjt/t $\rightarrow h = 3600/600 = 6$ sek
 $h = 2$ sekunder $\rightarrow q = 3600/2 = 1800$ kjt/t
 $h = 3$ sekunder $\rightarrow q = 3600/3 = 1200$ kjt/t
 $h = 4$ sekunder $\rightarrow q = 3600/4 = 900$ kjt/t



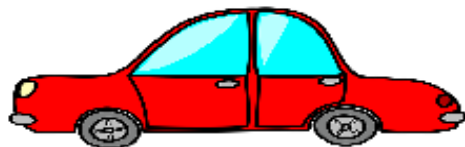
Tidsluke (front-front)



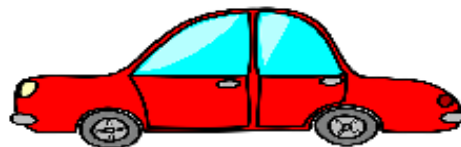
Luke (bak-front)

Luker - Time Gap

- Tidsluken mellom kjøretøy er målt fra front til front
- Tidsluken tar ikke hensyn til lengden og farten til kjøretøyet
- Til noen formål er det mer nyttig å se på tiden mellom bakenden på bilen foran til fronten på bilen bak.
- Dette kalles på norsk luke eller tidsavstand



Tidsluke (front-front)



Luke (bak-front)

$$Luke = Tidsluke - \frac{Kjøretøylengde}{Hastighet}$$

Tetthet (k)

- Tetthet (k) defineres som antall biler pr lengdeenhet av vegen - normalt pr km veg
- Vanlig enhet er da kjt/km

Kapasitet

- Kapasitet innen trafikkteknikk kan defineres som:
"Det maksimale antall kjøretøy som med rimelighet kan forventes å passere et punkt eller en strekning i løpet av et gitt tidsrom under de rådende veg-, trafikk- og reguleringsforhold."
- Selv om det finnes en slik kapasitetsgrense, så vil ikke kapasiteten være "naturgitt" eller konstant
- Kapasitet er en "dynamisk størrelse" både i tid og rom og den påvirkes av flere parametere som f. eks:
 - Sjåførenes atferd
 - Geometri
 - Tunge kjøretøy
 - Vær- og føreforhold

Belastningsgrad

- Belastningsgrad er forholdet mellom volum og kapasitet
- *Generelt betyr lav belastningsgrad at det er ledig kapasitet, men det er ikke alltid bra med lav belastningsgrad!*

Typiske kapasitetsverdier - vegstreknings

- o **Flerfeltsveger**

1500-1800 kjt/t pr kjørefelt
(ca 2-2.5 sekund mellom hver bil i kjørefeltet)

- o **Tofeltsveger**

1800-2000 kjt/t sum begge retninger
retningsfordelingen er viktig, men vi kommer sjelden mye
over 1200 kjt/t i en retning (3 sekunder mellom hver bil)

- o Husk:

$h = 2 \text{ sekunder} \rightarrow q = 3600/2 = 1800 \text{ kjt/t}$

$h = 3 \text{ sekunder} \rightarrow q = 3600/3 = 1200 \text{ kjt/t}$

$h = 4 \text{ sekunder} \rightarrow q = 3600/4 = 900 \text{ kjt/t}$

$h = 5 \text{ sekunder} \rightarrow q = 3600/5 = 720 \text{ kjt/t}$

$h = 6 \text{ sekunder} \rightarrow q = 3600/6 = 600 \text{ kjt/t}$

Volum (q), Hastighet (u) og Tetthet (k)

- Sammenhengen mellom q, u og k kan uttrykkes ved:

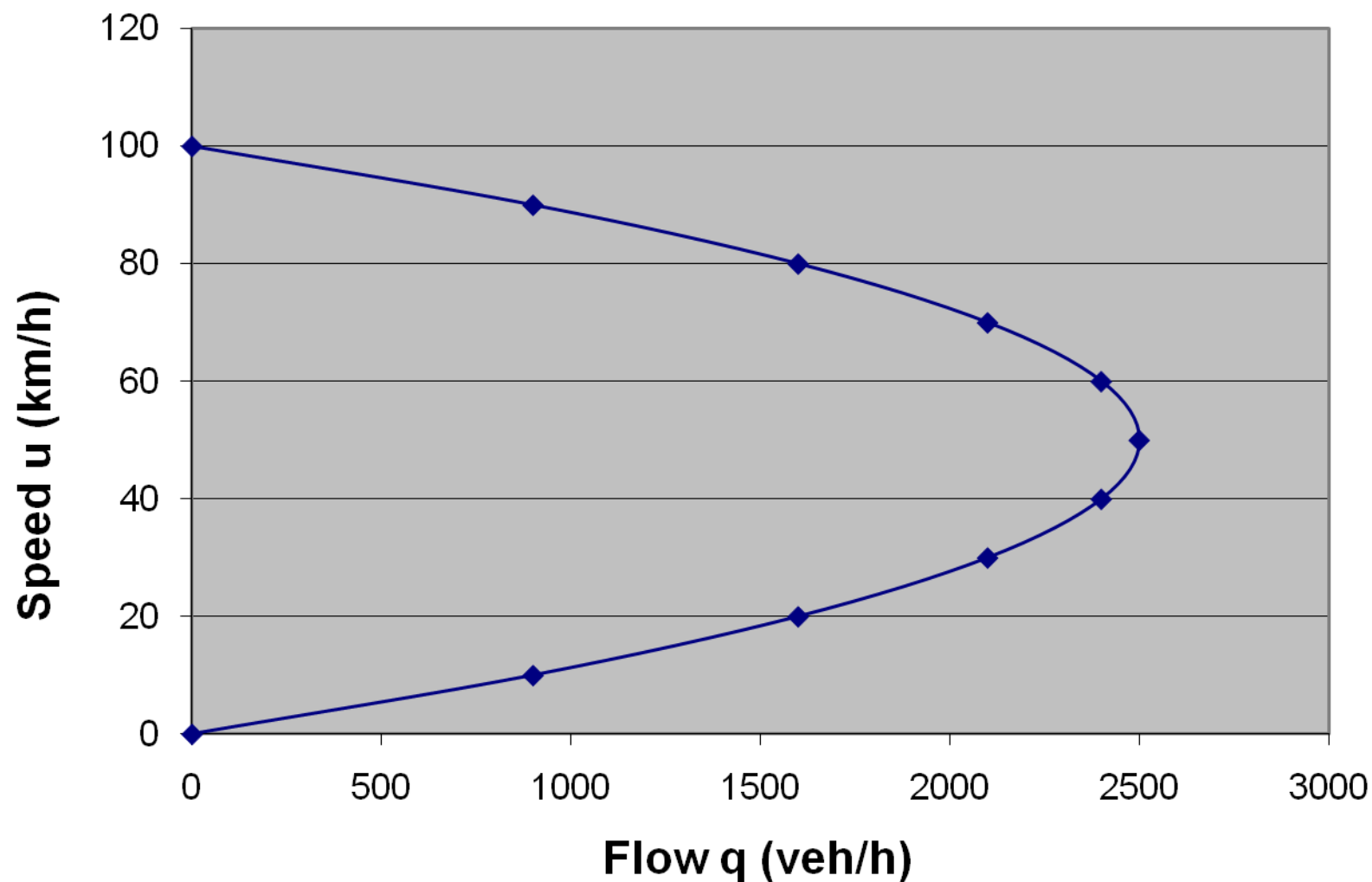
$$q = u * k$$

- Hastigheten i formelen er **gjennomsnittlig strekningshastighet** u_s
- q, u og k er de mest vanlige notasjoner i engelsk litteratur
- I Norsk litteratur bruker vi ofte M, V og D
 - Volum (M)
 - Hastighet (V)
 - Tetthet (D)

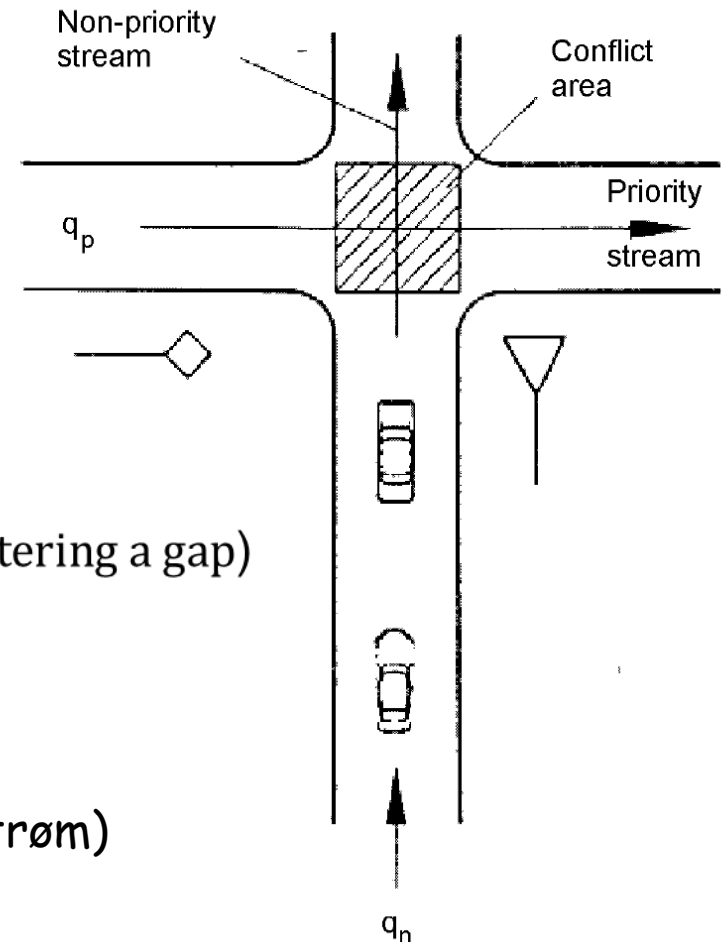
$$M = V * D$$

- Dette vil også kunne forekomme i norsk pensum....

Greenshields modell - Volum og Hastighet



Tidslukemodeller og kapasitet i kryss



$$q_m = (\text{Number of gaps}) * (\text{average number of veh entering a gap})$$

- q_n - volum på sideveg (vikepliktig strøm)
- q_m - maksimalt volum (kapasitet) i strømmen
- q_p - volum på hovedveg (forkjørsberettiget strøm)

Signalregulering

- **Omløpstid og faser**

- **Metningsvolum**

Teoretisk avviklingsintensitet når det er grønt signal. Typisk verdi er ca 1800 kjt/time pr kjørefelt eller om du vil 2 sek pr bil.

- **Kapasitet**

Antall kjøretøy som teoretisk kan passere stopplinja i en trafikkstrøm i løpet av en gitt tid. Dersom det var kontinuerlig grønt signal så ville kapasiteten blitt lik metningsvolumet. Men trafikkstrømmen vil bare ha grønt signal i en del av omløpstida og kapasiteten blir derfor:

$$\text{Kapasitet} = \text{Metningsvolum} * \frac{\text{Grønntid}}{\text{Omløpstid}}$$

$$K = S * \frac{g}{C}$$

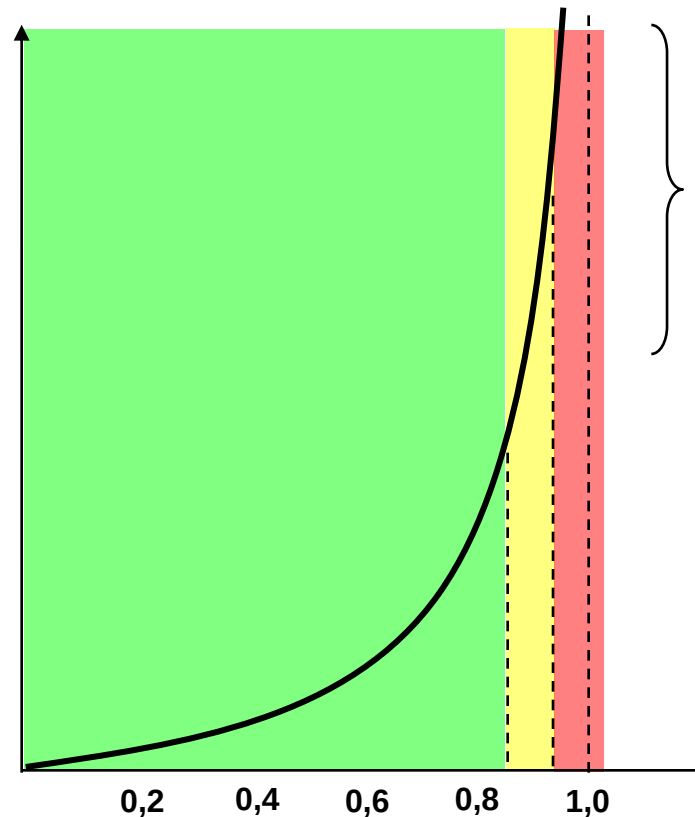
Belastningsgrad og forsinkelse

Belastningsgrad
(eller metningsgrad)
uttrykker
forholdet mellom
trafikkvolum og kapasitet

Et signalanlegg vil vanligvis
ha en "optimal" belastning
på 80-85%

Det blir store forsinkelser
når belastningen blir over
90-95%

Forsinkelse



Jo høyere
belastningsgraden
blir, desto større blir
usikkerheten ved
beregning av øvrige
parametre!

Belastningsgrad

TAKK FOR OPPMERKSOMHETEN !

Spørsmål ?

Torbjørn Haugen

Ass. Professor, Traffic Engineering Research Centre, NTNU